

DOSSIER

# POLYEXPOSITIONS

## SOMMAIRE DU DOSSIER

- ▶ Ce qu'il faut retenir
- ▶ Bruit et substances chimiques
- ▶ Publications, outils et liens utiles
- ▶ Mélanges de substances chimiques
- ▶ Cadre réglementaire



© Fabrice Dimier pour l'INRS

## Ce qu'il faut retenir

**Dans la plupart des situations de travail, les salariés peuvent être exposés en même temps à des nuisances multiples. L'approche mono-nuisance ou mono-danger est rarement suffisante pour évaluer les risques professionnels. La prise en compte des polyexpositions permet une évaluation des risques plus réaliste et la mise en place d'actions de prévention plus efficaces. Voici quelques clés pour mieux comprendre et mieux prévenir les polyexpositions.**

Rares sont les situations de travail où les salariés ne sont exposés qu'à un seul type de danger. Dans la majorité des activités, les salariés sont confrontés à une polyexposition professionnelle dont les effets ne sont pas toujours connus. Ces effets peuvent être indépendants les uns des autres ou bien interagir entre eux. Dans certains cas, il est même possible qu'ils se renforcent les uns les autres et que les effets de la polyexposition soient supérieurs à la somme des effets inhérents à chacune des expositions. Il peut aussi exister le cas contraire. Néanmoins, au niveau actuel de connaissances, il existe encore certaines inconnues quant à la manière dont la polyexposition agit sur la santé.

Généralement, des mesures de prévention existent pour diminuer les risques liés à l'exposition à un seul facteur, mais leur pertinence et leur priorisation pourraient être modulées par la connaissance des effets combinés des polyexpositions sur la santé des travailleurs. Mieux connaître et évaluer les effets de ces polyexpositions permettrait d'identifier de nouvelles situations de travail potentiellement dangereuses pour lesquelles la mise en place de mesures de prévention supplémentaires serait nécessaire.

### Définition des polyexpositions au poste de travail

On peut définir les polyexpositions comme des **expositions simultanées ou séquentielles à des nuisances multiples, par des voies qui peuvent être diverses**. Ces nuisances peuvent être chimiques, biologiques, physiques (bruit, vibrations, rayonnement...) ou liées à l'activité physique, auxquelles s'ajoutent l'influence des facteurs organisationnels et psychosociaux, et ce tout au long de la carrière professionnelle.

Il existe de nombreuses combinaisons possibles de facteurs de risques en milieu professionnel. L'INRS étudie prioritairement cinq grands types de polyexpositions dont les mécanismes sont susceptibles d'interagir pour impacter la santé des salariés coexposés :

- les expositions à des mélanges de **substances chimiques**,
- les expositions à des substances chimiques et au **bruit**,
- les expositions à des substances chimiques et biologiques,
- les expositions à des substances chimiques et à des **contraintes physiques**,
- les expositions à des substances chimiques alors que les salariés travaillent de nuit ou plus largement en **horaires atypiques**.

Par ailleurs, pour d'autres combinaisons de facteurs de risques, comme par exemple le rôle des risques psychosociaux sur l'apparition de troubles musculosquelettiques, l'approche polyexposition est déjà intégrée dans les démarches de prévention.

Mis à jour le 23/03/2021

# Mélanges de substances chimiques

**Le point sur les polyexpositions chimiques ou expositions professionnelles à plusieurs agents chimiques : secteurs concernés, effets sur la santé et démarche de prévention.**

## La polyexposition chimique : une réalité dans les entreprises

De nombreux produits chimiques sont utilisés dans les entreprises : solvants, peintures, colles, produits de nettoyage, réactifs de laboratoires, carburants, métaux, cosmétiques... Les salariés se trouvent aussi exposés à des sous-produits émis par des procédés ou par d'autres activités (émissions de fumées de soudage, produits de dégradation, brouillards, poussières...) et à des déchets.

Généralement, les produits chimiques sont composés de plusieurs substances qui engendrent une polyexposition des utilisateurs de ces mélanges. De plus, même dans une petite entreprise, de quelques dizaines à quelques centaines de produits chimiques différents peuvent être utilisés. Certains procédés, comme le soudage ou l'usinage par exemple, peuvent provoquer des expositions à de nombreuses substances chimiques. Par ailleurs, d'autres sources d'exposition aux produits chimiques extra-professionnelles existent aussi, comme l'alimentation ou l'environnement ou la prise de médicaments.

### Part des salariés se déclarant concernés par les polyexpositions aux agents chimiques (enquête Sumer2017)

- 33 % des salariés du secteur privé exposés à au moins une substance chimique la semaine précédant l'enquête.
- 15 % des salariés exposés à au moins 3 substances chimiques.
- 10 % des salariés exposés à au moins un produit cancérigène.

Un panorama des situations de travail qui ont généré des polyexpositions aux agents chimiques<sup>1</sup> entre 2005 et 2014 permet d'identifier en particulier les situations mal contrôlées vis-à-vis des polyexpositions :

<sup>1</sup> <https://academic.oup.com/annweh/article/62/1/53/4582733>

- à titre d'exemple, dans le secteur de la santé, 38 % de ces situations exposent les opérateurs à un mélange de xylène / éthylbenzène / cyclohexane / 1-méthoxypropane-2-ol ;
- un autre exemple est le secteur des déchets où 68 % de ces situations exposent les opérateurs à un mélange de métaux tels que l'aluminium, le cobalt et le baryum, et à des poussières inhalables ;
- de la même manière, dans le secteur de l'imprimerie, 39 % de ces situations exposent les opérateurs à un mélange de toluène / 1,2-dichloroéthane / méthyléthylcétone / 4-méthylpentane-2-one.

Les principaux résultats de ce panorama sont présentés dans le tableau ci-dessous.

SECTEUR	MÉLANGE DE SUBSTANCES FRÉQUEMMENT IDENTIFIÉ
<b>BTP</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Cristobalite</li><li>Quartz</li><li>Tridymite</li></ul>
<b>Déchets</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aluminium</li><li>Baryum</li><li>Cuivre</li></ul>
<b>Usinage</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Cobalt</li><li>Nickel</li></ul>
<b>Santé</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>1-méthoxypropane-2-ol</li><li>Cyclohexanone</li><li>Ethylbenzène</li><li>Xylène</li></ul>
<b>Imprimerie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>4-méthylpentane-2-one</li><li>Méthyléthylcétone</li><li>1,2-dichloroéthane</li><li>Toluène</li></ul>
<b>Formulation</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>2-phenylpropène</li><li>Butyle acrylate</li><li>Méthacrylate de méthyle</li><li>Acétone</li><li>Styrène</li></ul>

A noter que de nombreuses autres situations de travail peuvent conduire à des polyexpositions des salariés à des mélanges de substances chimiques.

## Effets / Mécanismes

Les pathologies professionnelles développées par les salariés polyexposés peuvent résulter de mécanismes toxicologiques différents de ceux, mieux connus, de la monoexposition. **Les effets des substances peuvent s'additionner, s'inhiber, entrer en synergie ou se potentialiser.**

### Différents types d'interactions toxicologiques

EFFETS TOXICOLOGIQUES DES MÉLANGES DE PRODUITS CHIMIQUES		
TYPE D'INTERACTION	DÉFINITION	COMMENTAIRES
Additivité (addition) $1 + 2 = 3$	Réponse égale à la somme des réponses des substances prises individuellement.	Hypothèse prise le plus souvent par défaut, en l'absence de connaissance sur l'interaction.
Infra-additivité (antagonisme) $1 + 3 = 2$	Réponse inférieure à la somme des réponses des substances prises individuellement. Ce type d'interaction, que l'on peut qualifier de bénéfique à court terme, peut être mis à profit dans le traitement de certaines intoxications.	Exemple : administration d'éthanol à un patient lors d'une intoxication au méthanol. L'acide formique et les formiates sont les métabolites toxiques du méthanol, formé via l'alcool déshydrogénase, enzyme également impliquée dans le métabolisme de l'éthanol. Cette enzyme est non spécifique et possède une plus grande affinité pour l'éthanol. En cas de concentration suffisante d'éthanol, l'alcool déshydrogénase va métaboliser en premier lieu l'éthanol ; le méthanol n'est plus transformé en acide formique et formiates, sa toxicité diminue.
Supra-additivité (potentialisation) $1 + 2 = 5$	Réponse supérieure à la somme des réponses des substances prises individuellement.	Exemple : Le n-hexane et la méthylbutylcétone peuvent être responsables du développement d'une polynévrite toxique. La co-exposition avec la méthyléthylcétone (MEK) a un effet potentialisateur. Une autre situation est la co-exposition à des métaux (Cadmium, Plomb, Arsenic...) et à des hydrocarbures halogénés ou à des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) responsable d'une altération hépatique enzymatique.
Supra-additivité (synergie) $0 + 3 = 5$	Augmentation de la toxicité d'une substance par une autre substance ayant peu ou pas de toxicité.	Exemple : coexposition solvants cétonés (comme la méthyléthylcétone (MEK), non hépatotoxique) et solvants halogénés (comme le chloroforme, hépatotoxique) : effets exacerbés sur le foie via une induction enzymatique.

Les mécanismes déterminants la synergie et l'antagonisme sont complexes et, de fait, s'avèrent difficiles à appréhender.

### Cinétique des effets

La polyexposition chimique n'implique pas nécessairement une exposition simultanée à plusieurs substances. En effet, chaque substance chimique a une durée de vie (clairance) variable. Elle peut persister dans l'organisme pendant quelques heures (méthyléthylcétone) ou parfois pendant une vie entière (béryllium, polychlorobiphényles). Les expositions séquentielles, à des jours différents de la semaine, sont potentiellement problématiques lorsque les substances concernées possèdent des demi-vies biologiques (temps nécessaire à une substance pour perdre 50 % de son activité physiologique) supérieures à 24 h. Dans ce dernier cas, un travailleur qui serait exposé à une substance A pendant les 3 premiers jours de la semaine, et à partir du milieu de semaine à une substance B interagissant avec la 1ère, serait sujet à des risques inhérents aux polyexpositions.

Cette problématique se pose aussi lorsque le salarié se retrouve exposé en dehors de son environnement professionnel à des substances chimiques (médicaments de demi-vie longue par exemple) pouvant interagir avec des substances professionnelles. Lors d'une reprise du travail après une maladie, en cas de traitement pour une affection chronique, les médicaments absorbés sont présents dans l'organisme du salarié exposé à des substances / agents chimiques sur le lieu de travail.

### Démarche de prévention et outils

La démarche de prévention des polyexpositions aux agents chimiques s'intègre dans la démarche « classique » d'évaluation et de prévention des risques chimiques. Néanmoins elle requiert une expertise particulière dans la prévention des risques chimiques.

Cette démarche se déroule en 4 étapes :

- **Identification des dangers** en repérant les produits et en inventoriant leurs dangers.
- **Évaluation des risques** en analysant les modalités de mise en œuvre de ces produits pour évaluer l'exposition (produits de départ, produits émis...) et identifier les situations de polyexpositions.
- **Hiérarchiser les risques** pour prioriser les actions de prévention à mener.
- **Elaborer et suivre un plan d'actions.**

L'analyse des risques cumulés et des synergies possibles liées aux polyexpositions permet de modifier la hiérarchie des risques et prioriser les mesures de prévention adaptées à ce contexte.

Pour faciliter cette démarche, l'INRS met à disposition trois **outils d'évaluation** des risques chimiques :

- **Seirich**<sup>2</sup> pour dérouler la démarche d'évaluation des risques chimiques jusqu'à l'élaboration du plan d'action,
- **Mixie**<sup>3</sup> pour évaluer les effets potentiels sur des salariés exposés à des mélanges de substances chimiques,
- **Altrex Chimie**<sup>4</sup> pour définir une stratégie de contrôle et interpréter les résultats de mesures dans l'air de cocktails de substances chimiques.

Suite à cette évaluation, les **mesures de prévention classiques du risque chimique**<sup>5</sup> peuvent être mises en place et renforcées, comme par exemple :

<sup>5</sup> <https://www.inrs.fr/risques/chimiques/approche-generale-prevention>

- en priorité substituer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins ou travailler en circuit fermé,
- augmenter les débits des dispositifs de captage à la source ou le renouvellement de l'air,
- choisir des équipements de protection individuelle efficaces contre les différents produits chimiques constituant la polyexposition (en vérifiant que les types des filtres des appareils de protection respiratoire sont adaptés et que les **matériaux des gants de protection**<sup>6</sup> sont imperméables aux différentes substances présentes).

D'autre part, des mesures spécifiques de prévention des polyexpositions chimiques sont aussi conseillées comme :

- informer les salariés sur les risques liés aux polyexpositions, simultanées ou séquentielles.
- la prise en compte par le **médecin du travail** des effets potentiels des polyexpositions lorsqu'il organise le suivi de l'état de santé des salariés concernés (organes à surveiller particulièrement, prise en compte des effets de certains traitements...).

## Pour en savoir plus

<sup>2</sup> <https://www.inrs.fr/publications/outils/seirich>

<sup>3</sup> <https://www.inrs.fr/publications/outils/mixie>

<sup>4</sup> <https://altrex.inrs.fr/>

<sup>6</sup> <https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/Accueil.jsp>



### Polyexpositions chimiques massives et diffuses : une réalité méconnue

Article HST (dossier) apportant différents éclairages sur les polyexpositions, une réalité du monde du travail parfois difficile à identifier. <sup>7</sup>

<sup>7</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=DO%2031>

VIDÉO DURÉE : 00:49:32



### Webinaire. Comment mieux prendre en compte les polyexpositions chimiques ?

Ce webinaire, diffusé le 18 mars 2021, portait sur la prise en compte des polyexpositions chimiques lors de l'évaluation des risques chimiques. En effet, ces expositions à de multiples agents chimiqu... <sup>9</sup>

<sup>9</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=Anim-274>

OUTIL LOGICIEL EN LIGNE



### MIXIE

L'outil MIXIE permet, à partir de données de mesure, d'évaluer le potentiel additif ou non des substances chimiques et de situer les niveaux d'exposition cumulés par rapport aux valeurs limites. <sup>11</sup>

<sup>11</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=outil45>

OUTIL LOGICIEL EN LIGNE



### Logiciel ProtecPo

ProtecPo est un logiciel conçu par l'INRS et l'IRSST. Il permet de choisir les matériaux les mieux adaptés pour la protection cutanée notamment contre les solvants et les mélanges de solvants. <sup>13</sup>

<sup>13</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=outil28>

► **Taking multiple exposure into account can improve assessment of chemical risks (article de l'INRS publié dans Annals of Work Exposures and Health, Volume 62, Issue 1, January 2018)**

Mis à jour le 23/03/2021

### Évaluation et prévention des risques chimiques

Quelle méthodologie employer pour mener à bien une évaluation des risques chimiques ? Quels sont les outils disponibles ? Tout ce qu'il faut savoir sur cette étape cruciale pour prévenir les risques. <sup>8</sup>

<sup>8</sup> <https://www.inrs.fr/risques/chimiques/evaluation-risques>

OUTIL LOGICIEL À TÉLÉCHARGER



### Seirich

Évaluer le risque chimique, quel que soit votre niveau de connaissance <sup>10</sup>

<sup>10</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=outil58>

OUTIL LOGICIEL EN LIGNE



### Altrex Chimie

Logiciel dédié à l'analyse statistique des résultats de prélèvements de produits chimiques et à leur gestion. <sup>12</sup>

<sup>12</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=outil13>

ARTICLE DE REVUE 09/2012 | TD 189



### Risques liés aux multiexpositions. Conférence INRS 2012 sur la recherche en santé au travail

Cette conférence de l'INRS a fait le point sur les effets sur la santé de l'exposition simultanée à plusieurs substances chimiques ou à un agent physique et une substance chimique. <sup>14</sup>

<sup>14</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TD%20189>

# Bruit et substances chimiques

Si le bruit reste la nuisance la plus importante pour l'**audition**, l'exposition à certaines substances chimiques peut altérer l'**oreille interne** des salariés. Les dommages sur l'oreille interne peuvent porter sur deux fonctions : l'audition ou l'équilibre. Ces substances chimiques, appelées **agents ototoxiques**, peuvent également potentialiser les effets du bruit et augmenter les risques d'**atteintes auditives** liées au travail. C'est le cas de certains agents toxiques professionnels comme les **solvants aromatiques**, le **monoxyde de carbone** et l'**acide cyanhydrique**, ou extraprofessionnels comme certains **médicaments** (antibiotiques, diurétiques, salicylates et antitumoraux). Or, les limites réglementaires à l'exposition au bruit ont été établies pour des sujets sains ne présentant pas de fragilité de l'oreille interne et sans tenir compte d'une éventuelle coexposition à des substances ototoxiques. Une oreille exposée à un agent ototoxique, peut se révéler plus vulnérable à une agression sonore qu'une oreille exposée uniquement au bruit.

Les mesures de prévention sont donc à mettre en place à la fois par l'employeur et les chargés de prévention dans l'entreprise, mais aussi par les services de santé au travail qui suivent les salariés.

## Effets / mécanismes

Des études toxicologiques et épidémiologiques ont démontré les effets de plusieurs substances chimiques sur l'oreille interne. Il peut s'agir de substances utilisées en milieu professionnel (solvants, métaux...) mais également de médicaments pris par les salariés.

## Agents ototoxiques professionnels

### Solvants aromatiques

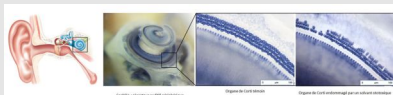
Les solvants aromatiques comptent parmi les produits chimiques les plus utilisés dans l'industrie. Que ce soit le **toluène**, qui entre dans la composition de peintures, vernis, encres et agents dégraissants, le **styrène**, très utile dans le processus de fabrication des composites polyesters stratifiés, sans oublier le **xylène** et l'**éthylbenzène**, tous ces solvants organiques sont très volatils et peuvent être toxiques pour les salariés qui les inhalent.

En France, 74 400 personnes travaillent dans des industries produisant ou utilisant des résines de polyester, et 24 800 personnes sont directement exposées au styrène auxquelles on se doit d'ajouter les populations exposées au toluène (148 800 personnes), au xylène et à l'éthylbenzène (selon les données de l'enquête déclarative Sumer 2017).

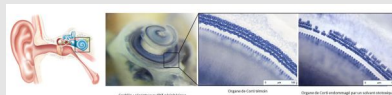
De nombreuses études épidémiologiques ont déjà souligné le caractère ototoxique de ces solvants aromatiques.

Il y a un large consensus scientifique pour dire qu'il existe un risque réel de **potentialisation des effets du bruit** par les **solvants**. Les déficits auditifs mesurés suite à une exposition combinée pouvant être, dans certaines conditions, supérieurs à la somme des déficits provoqués par le bruit et de ceux induits par les solvants (voir « **Différents types d'interactions toxicologiques** »<sup>15</sup>).

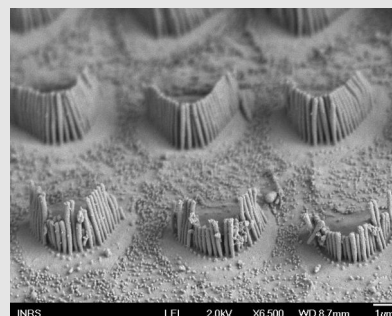
<sup>15</sup> <https://www.inrs.fr/risques/polyexpositions/melanges-substances-chimiques#anc1>



© INRS  
Cochlée saine et cochlée endommagée par un solvant



© INRS  
Cochlée saine et cochlée endommagée par un solvant



© INRS  
Vue au microscope électronique à balayage de cellules ciliées de rat (cellules sensorielles recouvrant la surface de la cochlée), dont les stéréocils ont été endommagés (au premier plan) par une coexposition au disulfure de carbone et au bruit

## Métaux

Les métaux et leurs composés sont utilisés dans de nombreux secteurs industriels : métallurgie, fabrication de composants électriques et électroniques, de pigments, d'accumulateurs, de polymères (catalyseur) ou de panneaux solaires... Suffisamment d'études toxicologiques démontrent l'effet toxique pour l'audition de certains métaux et de leurs dérivés.

Le niveau de preuve d'une ototoxicité apparaît élevé pour le **plomb**, le **mercure**, l'**arsenic** ; modéré pour le **cadmium**, le **manganèse**, le **triméthylétain**, le **dioxyde de germanium**, le **cobalt**.

## Monoxyde de carbone et acide cyanhydrique

Le monoxyde de carbone [CO] et l'acide cyanhydrique [HCN] comptent parmi les gaz les plus dangereux en milieu professionnel. De plus, il est suspecté qu'une **exposition sonore non traumatique peut le devenir lorsque du CO ou de l'HCN est présent simultanément à l'exposition au bruit**.

## Agents ototoxiques extra-professionnels

Bien que ces produits ne soient pas utilisés en milieu professionnel, ils peuvent avoir un impact sur la santé des opérateurs s'ils sont combinés à des nuisances présentes sur le lieu de travail. Pour cette raison, les **services de santé au travail** doivent les prendre en compte comme indiqué au chapitre « **Démarche de prévention des risques ototoxiques** »<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> <https://www.inrs.fr/risques/polyexpositions/bruit-substances-chimiques#anc2>

## Antibiotiques

Parmi les différentes classes d'antibiotiques, seuls les antibiotiques aminoglycosidiques (AA), antibiotiques utilisés dans des infections sévères, seront évoqués en raison de leur ototoxicité.

Il existe une synergie entre les effets ototoxiques des aminoglycosidiques et ceux du bruit, d'où un **risque ototoxique pour les personnes qui, après avoir été traitées avec des AA, reprennent leur travail dans un environnement bruyant**. Ce risque est d'autant plus grand que les AA peuvent persister plusieurs semaines dans les liquides de l'oreille interne.

## Diurétiques

Le **furosémide**, l'**acide éthacrynique**, le **bumétanide** sont trois diurétiques connus pour leurs effets ototoxiques temporaires.

La **surdité** apparaît quelques minutes seulement après l'administration ou l'ingestion du diurétique. A la différence de celle induite par les aminoglycosides (AA), elle régresse parallèlement à l'élimination des diurétiques et cesse à l'élimination totale du produit par l'organisme.

Les diurétiques perturbent les équilibres ioniques existant entre le sang et les liquides de l'oreille interne, entraînant ainsi une baisse des performances auditives. **Les personnes sous traitement doivent donc être informées des risques encourus**. Il existe une synergie entre les effets ototoxiques des antibiotiques et ceux des diurétiques. De plus, une étude révèle la potentialisation des effets ototoxiques de certains **métaux lourds**, comme le **cadmium**, par le furosémide.

## Salicylates

L'**acide acétylsalicylique**, ou **aspirine**, est un des médicaments les plus couramment consommés. Lors d'un traitement, des déficits auditifs partiels et temporaires peuvent apparaître lorsque la concentration sanguine en aspirine est de l'ordre de 10-15 mg pour 100 mL. Lorsque la concentration sanguine atteint 19,6 mg pour 100 mL, des sifflements de l'oreille ou acouphènes peuvent survenir. Comme les diurétiques, l'aspirine agit en modifiant les équilibres ioniques entre le sang et les liquides de l'oreille interne. Elle modifie le comportement des cellules ciliées externes provoquant ainsi une hypoacousie (baisse de l'audition) et des acouphènes.

## Antitumoraux

Le **cisplatine**, l'**oxaliplatine** et le **carboplatine** sont des anticancéreux employés en chimiothérapie. Leur utilisation est susceptible de modifier la composition électrochimique des liquides de l'oreille interne et de détruire des cellules ciliées. Ils ont des **effets cochléotoxiques permanents**.

Quant aux effets conjugués du bruit et ces antitumoraux, un risque accru de déficit auditif à l'exposition au bruit a été mis en évidence par des études toxicologiques. De plus, le cisplatine peut persister plusieurs mois dans la cochlée. Un travailleur pourra donc se trouver en situation de coexposition même plusieurs mois après la fin du traitement en cas d'exposition au bruit.

## Circonstances d'exposition au bruit et aux substances chimiques

L'enquête Sumer 2010 montre que plus de 2,4 millions de salariés déclarent être exposés à des nuisances sonores pouvant entraîner des surdités professionnelles, malgré l'existence d'une **réglementation**<sup>17</sup> relative à la prévention des risques d'exposition au bruit.

<sup>17</sup> <https://www.inrs.fr/risques/bruit/reglementation>

Les dernières statistiques indiquent pourtant que 608 cas d'atteintes auditives ont été reconnus en maladie professionnelle en 2017 au titre du **tableau 42 du régime général**.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> <http://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2042>

Rappelons que lorsque la protection collective ne permet pas de réduire suffisamment le niveau de bruit, une **protection individuelle** doit être mise à disposition des personnes exposées à un **bruit continu** équivalent supérieur à 80 dB(A) pendant 8 heures, ou à un **bruit impulsif** supérieur à 135 dB(C).

### Définitions de unités dB(A) et dB(C)

- **dB(A)** : unité définie à partir de l'échelle de décibel (dB) utilisant une pondération fréquentielle (appelée pondération A) pour prendre en compte la sensibilité de l'oreille humaine pour les **niveaux de bruit faibles et modérés**.
- **dB(C)** : unité définie à partir de l'échelle de décibel (dB) utilisant une pondération fréquentielle (appelée pondération C) pour prendre en compte la sensibilité de l'oreille humaine pour les **niveaux de bruit élevés** (et notamment les **bruits impulsifs** comme les chocs ou les détonations).

S'il est clair que le bruit demeure le risque professionnel le plus nocif pour l'audition, certaines substances chimiques peuvent également provoquer des surdités en agissant directement sur l'organe sensoriel de l'audition, la **cochlée**, ou en potentialisant les effets du bruit.





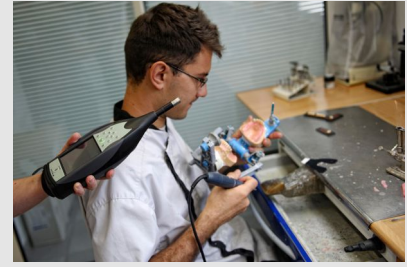
© G.Maisonneuve / INRS

Certains composés chimiques, comme les solvants aromatiques ou certains médicaments, ont un effet toxique sur la cochlée, l'organe de l'audition. Ils peuvent ainsi augmenter les risques professionnels liés au bruit.



© G.Kerbaol / INRS

Certains composés chimiques, comme les solvants aromatiques ou certains médicaments, ont un effet toxique sur la cochlée, l'organe de l'audition. Ils peuvent ainsi augmenter les risques professionnels liés au bruit.



© G.Kerbaol / INRS

Certains composés chimiques, comme les solvants aromatiques ou certains médicaments, ont un effet toxique sur la cochlée, l'organe de l'audition. Ils peuvent ainsi augmenter les risques professionnels liés au bruit.

Ces **agents chimiques ototoxiques** (toxiques pour la cochlée) peuvent avoir une **origine professionnelle**, comme certains solvants, ou **extra-professionnelle**, comme certains antibiotiques, ou anti-tumoraux, pour ne citer que les principaux. A noter qu'il existe également des cas où les travailleurs sont exposés dans un cadre professionnel à des actifs médicamenteux (antibiotiques, anti-tumoraux). Cela peut être le cas par exemple d'infirmières en service d'oncologie ou des préparateurs dans les pharmacies centrales d'hôpitaux.

## Démarche de prévention en cas de coexposition bruit et agents ototoxiques

Dans un premier temps, les mesures de prévention classiques doivent être mises en place pour supprimer ou limiter le **bruit**<sup>19</sup> et les **expositions aux agents chimiques**<sup>20</sup> (dont les agents ototoxiques). Elles permettent de **supprimer ou limiter les risques** des polyexpositions bruit et substances chimiques.

<sup>19</sup> <https://www.inrs.fr/risques/bruit/demarche-prevention>

<sup>20</sup> <https://www.inrs.fr/risques/chimiques/approche-generale-prevention>

En se basant sur les connaissances disponibles actuelles, on ne sait pas aujourd'hui définir de seuil d'exposition en dessous duquel cette coexposition n'a pas d'effets. Il est cependant recommandé de réduire les niveaux d'exposition aux niveaux les plus bas techniquement possibles, que cela soit pour le bruit ou pour les substances chimiques concernées.

Il est également nécessaire de prévoir les mesures de prévention suivantes :

- **L'employeur** ou le **chargé de prévention** de l'entreprise doit informer les salariés coexposés au bruit et à des ototoxiques des risques accrus liés à cette coexposition. Ces ototoxiques peuvent être des substances chimiques professionnelles (comme les solvants aromatiques) ou des médicaments (comme le cisplatine, le carboplatine, les aminoglycosides...). Il est également recommandé de fournir aux salariés des **équipements de protection individuelle**, de les former à leur utilisation et de veiller à leur bonne utilisation, et ce avant l'atteinte des seuils réglementaires qui les rendrait obligatoires.
- Les **services de santé au travail** peuvent proposer une adaptation du poste ou préconiser le port d'EPI si le risque ou les conséquences sont avérés. Ils doivent également prendre en compte les **effets ototoxiques potentiels** lors du **suivi en santé au travail** des salariés. Une attention particulière sera notamment portée au **suivi de l'audition** dans ces situations de polyexposition (bruit/substances chimiques). Ils peuvent également informer les salariés des risques d'hypoacousie consécutifs à la prise de certains diurétiques, mais surtout **informer sur les risques encourus par une prise combinée de ces diurétiques en même temps que d'autres médicaments ototoxiques (comme certains antibiotiques)**, ou lors de l'exposition à de certains **métaux lourds**.

### Pour en savoir plus





### Bruit et substances ototoxiques : cocktail à risque pour l'audition

De nombreux agents chimiques présentent un risque pour l'audition des travailleurs, en particulier lors d'une co-exposition au bruit.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=DC%208>



### Ototoxicité des métaux

Le niveau de preuve d'une ototoxicité apparaît élevé pour le plomb, le mercure, l'arsenic et modéré pour le cadmium, le manganèse, le triméthylétain, le dioxyde de germanium, le cobalt.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TC%20173>

### Risques pour l'audition d'une exposition combinée bruit et solvants

Une étude de l'INRS montre que l'exposition au disulfure de carbone, solvant a priori sans effet ototoxique, potentialise les effets sur l'audition de bruits impulsionnels et peut entraîner un risque accru de pertes auditives.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> <https://www.inrs.fr/pages-obsolètes/accueil/actualites/risque-audition-exposition-bruit-solvant>

Mis à jour le 23/03/2021



### La mesure de la fatigue auditive périphérique par EchoScan Audio

L'objectif de cette étude était d'évaluer la fatigue auditive induite par une journée de travail en comparant l'audiométrie tonale liminaire et les produits de distorsion acoustique.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TF%20225>

### Comment explorer l'otoneurotoxicité des solvants dans le cadre d'études épidémiologiques en milieu professionnel.

# Cadre réglementaire

La mise en place d'une démarche de prévention et des mesures associées doit s'appuyer sur les principes généraux de prévention en matière de santé et sécurité au travail (article L. 4121-2 du Code du travail). Les différents textes encadrant la déclinaison de ces principes sont organisés par risque spécifique et prennent peu en compte les aspects de polyexpositions. Néanmoins, la notion de polyexposition apparaît dans plusieurs textes spécifiques.

## Evaluation des risques chimiques

L'article R. 4412-7 précise que l'évaluation des risques chimiques doit prendre en compte les **effets combinés** des différentes substances chimiques.

## Contrôle des expositions aux agents chimiques

L'arrêté du 15 décembre 2009 relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle sur les lieux de travail et aux conditions d'accréditation des organismes chargés des contrôles n'est basé que sur un contrôle substance par substance. Seul le cas de la **silice cristalline** fait l'objet d'une formule d'**additivité** (article R. 4412-154 du Code du travail<sup>25</sup>).

La norme NF EN 689 « Exposition sur les lieux de travail. Mesurage de l'exposition par inhalation d'agents chimiques. Stratégie pour vérifier la conformité à des valeurs limites d'exposition professionnelle » dispose d'une annexe spécifique sur la prise en compte des polyexpositions, basée sur l'approche d'additivité des dangers utilisée dans le **logiciel Mixie**<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000018530544/2012-08-24/>

<sup>26</sup> <https://www.inrs.fr/publications/outils/mixie>

## Etiquetage de mélanges de substances chimiques

Le règlement européen (CE) 1272/2008 relatif à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges, dit règlement CLP, précise que l'étiquetage des mélanges ou des produits doit représenter l'ensemble des dangers d'un produit. Des études toxicologiques peuvent être réalisées sur le mélange lui-même pour identifier ces effets. Néanmoins, lorsque ces données ne sont pas disponibles, il est prévu que des règles de classification basées sur les effets obtenus dans des études toxicologiques sur les substances pures servent à la classification du mélange.

## Mise sur le marché des substances chimiques

Les règlements « REACH » (CE) 1907/2006, « Biocides » (CE) 528/2012 ou « phytopharmaceutiques » (CE) 1107/2009 concernent la mise sur le marché de substances chimiques et de leurs mélanges.

- Les règlements biocides et phytopharmaceutiques précisent que les **effets « cumulés et synergiques »** des produits doivent être pris en compte dans leur évaluation.
- Le règlement REACH définit le format de la fiche de données de sécurité (FDS) pour les mélanges. Cette FDS est basée sur un rapport de sécurité chimique du mélange qui prend en compte le risque individuel de chaque substance constituant le mélange. La prise en compte d'effets cumulés n'est pas intégrée dans le texte.

## Bruit et substances chimiques

Selon le Code du travail (article R. 4433-5), l'employeur doit, lors de l'évaluation des risques, prendre en considération toute incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs résultant d'interactions entre le bruit et des substances toxiques pour l'ouïe d'origine professionnelle. Pour ce faire, il doit tenir compte de l'état des connaissances scientifiques et de la faisabilité technique. Actuellement, seul un agent chimique dangereux, le **styrène**, a été identifié et fait l'objet d'une **mention « bruit »** indiquant une synergie des effets traumatisants du bruit en cas d'exposition simultanée au solvant.

Par ailleurs, le **cadre réglementaire de la prévention des risques liés à l'exposition au bruit**<sup>27</sup> s'appuie sur une démarche dont les principes généraux sont édictés par le Code du travail (article L. 4121-2 du Code du travail<sup>28</sup>).

<sup>27</sup> <https://www.inrs.fr/risques/bruit/reglementation>

<sup>28</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000033019913/2016-08-10/>

Pour en savoir plus, consulter la rubrique Réglementation du dossier Bruit, ainsi que l'**aide-mémoire juridique « Le bruit en milieu de travail »**<sup>29</sup> (TJ 16) qui présente les dispositions réglementaires relatives au bruit en milieu de travail, telles qu'elles résultent du Code du travail et des textes pris en son application.

<sup>29</sup> <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TJ%2016>

Mis à jour le 23/03/2021

# Publications, outils et liens utiles

Dossiers et pages web

DOSSIER 09/2014



## Risques chimiques

Repérer les produits, les mélanges ou les procédés chimiques dangereux, c'est la première étape pour prévenir les risques chimiques pour la santé ou pour la sécurité du travail. <sup>30</sup>

<sup>30</sup> <https://www.inrs.fr/risques/chimiques>

DOSSIER 12/2019



## Risques liés à l'activité physique

Douleurs, lumbago, chute, troubles musculosquelettiques... L'activité physique malgré les progrès techniques reste la principale source d'accidents du travail et de maladies professionnelles. <sup>32</sup>

<sup>32</sup> <https://www.inrs.fr/risques/activite-physique>

02/2017



## Travail de nuit et travail posté

Les horaires dits « atypiques », comme le travail de nuit ou le travail posté, peuvent avoir des répercussions importantes sur la santé des salariés concernés. Certaines mesures permettent cependant de prévenir les risques. <sup>34</sup>

<sup>34</sup> <https://www.inrs.fr/risques/travail-de-nuit-et-travail-poste>

Outils

DOSSIER 04/2018



## Bruit

Le bruit au travail peut provoquer des surdités mais aussi stress et fatigue qui, à la longue, ont des conséquences sur la santé du salarié et la qualité de son travail. Et des solutions existent pour limiter l'exposition des travailleurs aux nuisances sonores. <sup>31</sup>

<sup>31</sup> <https://www.inrs.fr/risques/bruit>

DOSSIER 12/2020



## Risques biologiques

Virus, bactéries, champignons peuplent de multiples secteurs, pouvant contaminer les salariés. La prévention des risques consiste à rompre la chaîne de transmission le plus en amont possible. <sup>33</sup>

<sup>33</sup> <https://www.inrs.fr/risques/biologiques>

DOSSIER 10/2020



## Évaluation des risques professionnels

L'évaluation des risques professionnels (EvRP) constitue une étape cruciale de la démarche de prévention. Elle en est le point de départ. Elle a pour objectif d'identifier, d'analyser et de classer les risques afin de définir les actions de prévention les plus appropriées. <sup>35</sup>

<sup>35</sup> <https://www.inrs.fr/demarche/evaluation-risques-professionnels>



**Seirich**

Evaluer le risque chimique, quel que soit votre niveau de connaissance <sup>36</sup>  
<sup>36</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=outil58>

Articles de revues

ARTICLE DE REVUE 12/2020 | DO 31



**Polyexpositions chimiques massives et diffuses : une réalité méconnue**

Article HST (dossier) apportant différents éclairages sur les polyexpositions, une réalité du monde du travail parfois difficile à identifier. <sup>38</sup>  
<sup>38</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=DO%2031>

ARTICLE DE REVUE 03/2021 | TC 173



**Ototoxicité des métaux**

Le niveau de preuve d'une ototoxicité apparaît élevé pour le plomb, le mercure, l'arsenic et modéré pour le cadmium, le manganèse, le triméthylétain, le dioxyde de germanium, le cobalt. <sup>40</sup>  
<sup>40</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TC%20173>

Mis à jour le 23/03/2021



**MIXIE**

L'outil MIXIE permet, à partir de données de mesure, d'évaluer le potentiel additif ou non des substances chimiques et de situer les niveaux d'exposition cumulés par rapport aux valeurs limites. <sup>37</sup>  
<sup>37</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=outil45>

ARTICLE DE REVUE 03/2015 | DC 8



**Bruit et substances ototoxiques : cocktail à risque pour l'audition**

De nombreux agents chimiques présentent un risque pour l'audition des travailleurs, en particulier lors d'une co-exposition au bruit <sup>39</sup>  
<sup>39</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=DC%208>

ARTICLE DE REVUE 09/2012 | CR 18



**Conférence INRS 2012 sur les risques liés aux multi-expositions (Mixed-expo 2012)**

Compte rendu de la Conférence INRS 2012 sur les risques liés aux multi-expositions (Mixed-expo 2012) <sup>41</sup>  
<sup>41</sup> <https://www.inrs.fr/media?refINRS=CR%2018>